



## **Controle Metrológico de Medidores com mais de 20 Anos em Serviço**

**Eng. Adelino Leandro Henriques**  
**CEMIG Distribuição S.A**  
[adelinoh@cemig.com.br](mailto:adelinoh@cemig.com.br)

**Eng. Luiz Renato Fraga Rios**  
**CEMIG Distribuição S.A**  
[lrenatof@cemig.com.br](mailto:lrenatof@cemig.com.br)

### **RESUMO**

A necessidade de verificar o funcionamento dos medidores de energia elétrica para faturamento remonta ao início da adoção desses instrumentos em escala comercial e visa responder aos interesses do Inmetro, no que se refere à necessidade do controle metrológico do parque de medição, proteger a receita da concessionária e assegurar o faturamento justo aos seus consumidores.

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia e resultados da avaliação da qualidade metrológica das medições de faturamento dos Consumidores da Cemig Distribuição. Tal tipo de avaliação visa prover a Empresa de informações sobre cada modelo de medidor avaliado, em final de vida útil ou idade avançada, de forma a subsidiar as decisões de se manter os mesmos em operação ou, eventualmente, retirá-los de serviço para desativação ou recuperação.

Pode-se dizer, assim, que este trabalho é fruto da constante preocupação da Empresa em manter suas perdas não técnicas em nível adequado, considerando que os medidores do tipo convencional ou eletromecânico apresentam desgaste natural das partes móveis, com aumento do atrito e, conseqüentemente, via de regra, registro a menor do que o montante efetivamente consumido. Isto, inclusive, foi mais uma vez confirmado para vários modelos de medidores avaliados neste trabalho.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Medidores de Energia, Controle Metrológico, Análise de Desempenho.

### **1. INTRODUÇÃO**

A necessidade de verificar o funcionamento dos medidores de energia elétrica para faturamento surgiu logo após a adoção desses instrumentos em escala comercial, no início do século XX. Com o tempo, as normas e regulamentações incorporaram procedimentos, associados a equipamentos e/ou instrumentos auxiliares, de forma a garantir níveis de qualidade adequados ao sistema de medição.

No Brasil, a primeira sinalização da necessidade de recertificação de lotes de medidores eletromecânicos instalados em campo foi dada através da Portaria INPM n.º 23 de 25 de junho de 1969 [1].

Nos últimos anos, o advento do Código de Defesa do Consumidor, o programa de racionamento adotado em 2001 e outros fenômenos paralelos tornaram os consumidores mais esclarecidos de seus

direitos, levando-os a questionar a qualidade e exatidão da medição bem como os procedimentos adotados pelas concessionárias.

Atualmente, essa idéia tem sido bastante discutida, uma vez que o Inmetro tem a intenção de fazer a avaliação metrológica, por amostragem periódica, dos medidores eletromecânicos instalados nas Unidades Consumidoras (UCs) de todas as Distribuidoras de energia elétrica do Brasil. Para tanto, existe um documento do Inmetro em Consulta Pública (CP 018), que se tornará Portaria, constando o Regulamento Técnico Metrológico e os Procedimentos de Ensaio de Medidores Eletromecânicos.

Assim, tendo em vista a necessidade de atendimento às determinações constantes da Portaria INPM n.º 23 de 25 de junho de 1969 e mais recentemente do referido Regulamento Técnico Metrológico, quanto ao acompanhamento da qualidade e avaliação dos erros dos medidores em serviço, assim como a necessidade de recertificação de lotes de medidores eletromecânicos instalados em campo, a Empresa desenvolve estudos dessa natureza.

Por outro lado, a Cemig, através da Gerência de Engenharia de Medição e Gestão das Perdas (RC/MP), sempre se preocupou em manter um sistema de medição bem estruturado, com equipamentos rastreados e em boas condições de funcionamento, de forma a proteger sua receita e, ao mesmo tempo, assegurar o faturamento justo aos seus consumidores.

Isto é feito pela implementação da política de qualidade da medição de faturamento bem como as diversas ações que a compõe, que vão desde análise de protótipos e aquisição de equipamentos de medição até o seu sucateamento. Para isso, dispõe-se de uma estrutura laboratorial de altíssima qualidade, constituída por vários laboratórios e equipamentos, formando uma cadeia metrológica, no topo da qual encontra-se um laboratório certificado conforme a Norma ISO 9002 desde dezembro de 1998 pelo *Bureau Veritas Quality International* (BVQI), homologado na Rede Metrológica de Minas Gerais (RMMG) desde novembro de 2000 e Acreditado pelo Inmetro, desde outubro de 2004, conforme a NBR-ISO/IEC 17025.

Dentre as ações dessa política de qualidade da medição, destaca-se a análise de desempenho de medidores, que é constituída, em parte, por este tipo de trabalho.

Pode-se dizer, com isso, que este trabalho é fruto da visão da Empresa em manter suas perdas não técnicas em nível adequado, considerando que os medidores do tipo convencional ou eletromecânico apresentam desgaste natural das partes móveis, ao longo dos tempos, com aumento do atrito e, conseqüentemente, via de regra, medição e registro a menor do que o montante efetivamente consumido. Isto, inclusive, foi mais uma vez confirmado para vários modelos de medidores avaliados neste trabalho, os quais apresentam desempenho inadequado aos propósitos da Empresa.

## **2. METODOLOGIA**

Por limitação de capacidade para execução e visando priorizar as medições instaladas em UCs de maior consumo, optou-se, previamente, por avaliar apenas os medidores polifásicos (2 e 3 elementos, ligação direta e indireta) neste trabalho. Ou seja, a População considerada para o dimensionamento da Amostra não contempla os medidores monofásicos.

O trabalho constituiu-se de várias etapas, divididas da seguinte forma:

### **2.1. Quantificação da População**

Considerando as características da População já definidas no planejamento do trabalho, esta etapa é marcada pela sua quantificação. Assim, foram gerados relatórios de quantidades de medidores polifásicos instalados há mais de 20 anos numa mesma UC, estratificadas por modelo e por Regional.

### **2.2. Dimensionamento da Amostra a ser avaliada**

O tamanho da Amostra “n” foi definido por método estatístico, através da equação (1), considerando-se a População “N” de todos os medidores da área de concessão da Cemig Distribuição que preencheram os requisitos anteriormente definidos (somatório de todas as Regionais). Destaca-se que, no contexto deste trabalho, cada modelo de medidor constitui uma População e, portanto, resulta uma Amostra, conforme pode ser visto na coluna “Amostra Cemig (n)” da TABELA 1.

$$n = \frac{p * q * N}{\frac{(N - 1) * E^2}{4} + p * q} \quad (1)$$

n = tamanho da amostra;

p = proporção de medidores de características consideradas semelhantes;

q = Proporção de medidores de características consideradas não semelhantes;

N = tamanho da população ou universo;

E = margem de erro ou erro amostral considerado.

Considerou-se, ainda, a priori, Margem de Erro de 8% e Nível de Confiança de 95,5%.

*NOTA: Os modelos de medidor de ligação direta com menos de 25 unidades e de ligação indireta com menos de 10 unidades foram desconsiderados, uma vez que são pouco significativos e a Amostra se aproxima da População. No total, 24 modelos foram excluídos da avaliação.*

Disso, resultou uma Amostra de 3.114 medidores, contemplando 34 modelos diferentes.

### **2.3. Desdobramento da Amostra a ser avaliada**

Definida a Amostra de cada modelo de medidor, passou-se ao desdobramento desta para as Gerências Regionais, proporcionalmente à parcela da População existente em cada uma.

### **2.4. Geração de Listagens e Etiquetas**

Visando a viabilização da substituição de medidores na quantidade necessária para compor a Amostra foram listadas, sempre que possível, quantidades superiores às necessárias, de forma a permitir certa flexibilidade nos trabalhos de campo (impedimento por local fechado, medidor fraudado, condição de risco, difícil acesso, etc.). Foram geradas listas e uma etiqueta auto-adesiva para identificação do medidor retirado, contendo, para cada item, as seguintes informações: referência e identificador da UC, endereço, nº do medidor a ser retirado e consumo médio.

### **2.5. Substituição e envio dos medidores para o laboratório**

Os trabalhos de campo, bem como a atualização do cadastro das UCs envolvidas, foram executados pelas Gerências Regionais, conforme procedimentos já estabelecidos na Empresa.

Destaca-se que, no escopo deste trabalho, os medidores com selos violados e/ou outras evidências de fraude constatadas em campo no momento da retirada de serviço foram excluídos da amostra. Ou seja, tais medidores não foram aqui avaliados.

Por falha de entendimento algumas áreas retiraram medidores em quantidades superiores às previstas, o que resultou amostras mais representativas para alguns modelos e, também, falta de recursos orçamentários para requisição de mais medidores para complementação das amostras dos demais modelos. Com isso, foi feito o cálculo da Margem de Erro efetiva, para cada modelo, considerando a amostra efetivamente enviada para laboratório.

No total foram retirados 3.356 medidores, conforme pode ser visto na TABELA 1.

TABELA 1

## Resumo das amostras e margem de erro efetiva

Modelo do Medidor	Quantidade Instalada (mais de 20 anos na mesma UC) População (N)	Amostra Cemig (n)	Qtde. Listada (L)	Qtde. Recebida (R)	R/n (%)	Margem de Erro efetiva (%)
1	163	80	128	104	130,0	5,9
2	41.115	156	250	214	137,2	6,8
3	613	125	200	164	131,2	6,7
4	449	116	186	141	121,6	7,0
5	2.629	148	237	188	127,0	7,0
6	716	128	205	172	134,4	6,7
7	11.014	154	246	207	134,4	6,9
8	2.541	147	235	213	144,9	6,6
9	477	118	189	148	125,4	6,8
10	257	97	155	128	132,0	6,3
11	53	40	54	44	110,0	6,3
12	12.244	154	246	159	103,2	7,9
13	154	78	125	72	92,3	8,6
14	108	64	102	52	81,3	10,0
15	81	54	81	69	127,8	4,7
16	4.027	150	240	149	99,3	8,0
17	553	122	195	119	97,5	8,1
18	68	48	68	50	104,2	7,3
19	33	27	33	24	88,9	10,8
20	4.233	151	242	167	110,6	7,6
21	296	102	163	57	55,9	11,9
22	146	76	122	32	42,1	15,7
23	659	126	202	112	88,9	8,6
24	120	68	109	50	73,5	10,8
25	63	45	63	37	82,2	10,6
26	25	22	25	21	95,5	8,9
27	25	22	25	22	100,0	7,5
28	314	105	168	115	109,5	7,4
29	2.057	145	232	126	86,9	8,6
30	10	9	10	8	88,9	16,7
31	20	18	22	10	55,6	22,9
32	27	23	27	4	17,4	47,0
33	436	115	184	81	70,4	10,0
34	168	81	130	97	119,8	6,6
<b>TOTAL</b>	<b>86.037</b>	<b>3.114</b>	<b>4.899</b>	<b>3.356</b>	<b>107,8</b>	

**2.6. Avaliação e Calibração dos medidores**

A avaliação dos medidores constituiu-se de uma inspeção visual com vistas a identificar eventuais deficiências.

Em seguida, todos os medidores foram submetidos ao ensaio de dielétrico, sendo que os aprovados foram cadastrados e calibrados nas seguintes condições, conforme definições e critérios das normas brasileiras pertinentes:

- Carga Nominal (CN) por elemento → uma leitura para cada elemento motor;
- Carga Nominal (CN) série → três leituras;
- Carga Pequena (CP) série → três leituras;
- Carga Indutiva (CI) série → três leituras.

As mesas de calibração adotadas são de classe de exatidão 0,5% e tinham Certificados de Calibração válidos à época.

### 3. ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todo o trabalho foi desenvolvido de forma a propiciar uma análise de cada modelo, considerando eventuais discrepâncias conforme o ano de fabricação e, também, conforme a Região de operação.

Assim, os resultados estão apresentados primeiramente de forma consolidada e, finalmente, de forma estratificada, com os respectivos comentários sobre cada grupamento de medidores definido.

#### 3.1. Ensaio de Dielétrico

Na TABELA 2 são apresentados os resultados do ensaio de dielétrico para cada modelo, considerando a Amostra Cemig, em ordem decrescente da incidência de deficiência, sobre os quais apresentamos os seguintes comentários:

- 218 medidores foram reprovados neste ensaio, correspondendo a 6,5% da amostra;
- Todos os modelos com incidência de deficiência maior que 10% tiveram amostra constituída essencialmente por medidores identificados com ano de fabricação igual ou inferior a 1975, portanto, com mais de 30 anos em operação;
- Alguns modelos, tais como o 1, 4 e 21, já estão definidos como Fora de Padrão no âmbito da Cemig Distribuição e não são mais recuperados quando retirados de serviço.

Ressalta-se que tal deficiência implica, basicamente, risco de acidente, especialmente aos empregados da Empresa e de Empreiteiras que trabalham no sistema de medição.

#### 3.2. Calibração

Os medidores que passaram pelo ensaio de dielétrico foram submetidos à calibração, nas condições definidas no item 4.6, e foram agrupados de várias formas, conforme apresentado a seguir.

##### 3.2.1. Análise de todos os medidores calibrados (3.139 unidades)

Deste conjunto de medidores foram extraídas e são apresentadas algumas informações gerais. Verificou-se que o erro médio do total de 3.139 medidores calibrados é -6,63% (FIGURA 1), o que é muito expressivo e inspira atenção. Ressalta-se que este valor está significativamente influenciado pelos medidores com erro igual a -100% em pelo menos um elemento motor ou condição de carga, ou mesmo, erro médio igual a -100% (ver também subitens 3.2.2 e 3.2.3).

Ainda, numa análise geral, estes mesmos medidores foram agrupados conforme a condição de erro que apresentaram na calibração, o que pode ser visto na TABELA 3 e FIGURA 1, donde se extrai como informações mais importantes que:

- 73,8% dos medidores apresentaram erro médio negativo (menor que 0), com uma expressiva concentração de medidores na faixa de erro entre 0 e -1,5%, conforme FIGURA 1;
- 82,8% dos medidores apresentaram erro médio dentro dos limites permitidos, que são  $\pm 3,0\%$ ;

Apenas 3,0% dos medidores apresentaram erro médio fora dos limites permitidos e contra o Consumidor (maior que +3,0%).

TABELA 2  
Resultado do ensaio de dielétrico

Modelo do Medidor	Qtde. Recebida (R)	Qtde. Reprovada Dielétrico (D)	D/R (%)
17	119	44	37,0%
1	104	20	19,2%
19	24	4	16,7%
21	57	9	15,8%
4	141	21	14,9%
12	159	22	13,8%
6	172	18	10,5%
31	10	1	10,0%
14	52	5	9,6%
16	149	14	9,4%
22	32	2	6,3%
23	112	7	6,3%
2	214	13	6,1%
18	50	3	6,0%
13	72	4	5,6%
25	37	2	5,4%
26	21	1	4,8%
27	22	1	4,5%
24	50	2	4,0%
15	69	2	2,9%
3	164	4	2,4%
20	167	4	2,4%
29	126	3	2,4%
11	44	1	2,3%
8	213	4	1,9%
9	148	2	1,4%
34	97	1	1,0%
7	207	2	1,0%
28	115	1	0,9%
10	128	1	0,8%
5	188	0	0,0%
30	8	0	0,0%
32	4	0	0,0%
33	81	0	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>3356</b>	<b>218</b>	<b>6,5%</b>

TABELA 3  
Resumo dos medidores conforme a condição de erro

CONDIÇÃO DE ERRO DOS MEDIDORES	Quantidade	Percentual
-3,0% <= Erro Médio <= +3,0%	2598	82,8%
Erro Médio < -3,0%	447	14,2%
Erro Médio > +3,0%	94	3,0%
Erro Médio > 0%	823	26,2%
Erro Médio < 0%	2316	73,8%
Erro Médio = -100%	88	2,8%
Erro = -100% em qualquer condição de carga	263	8,4%

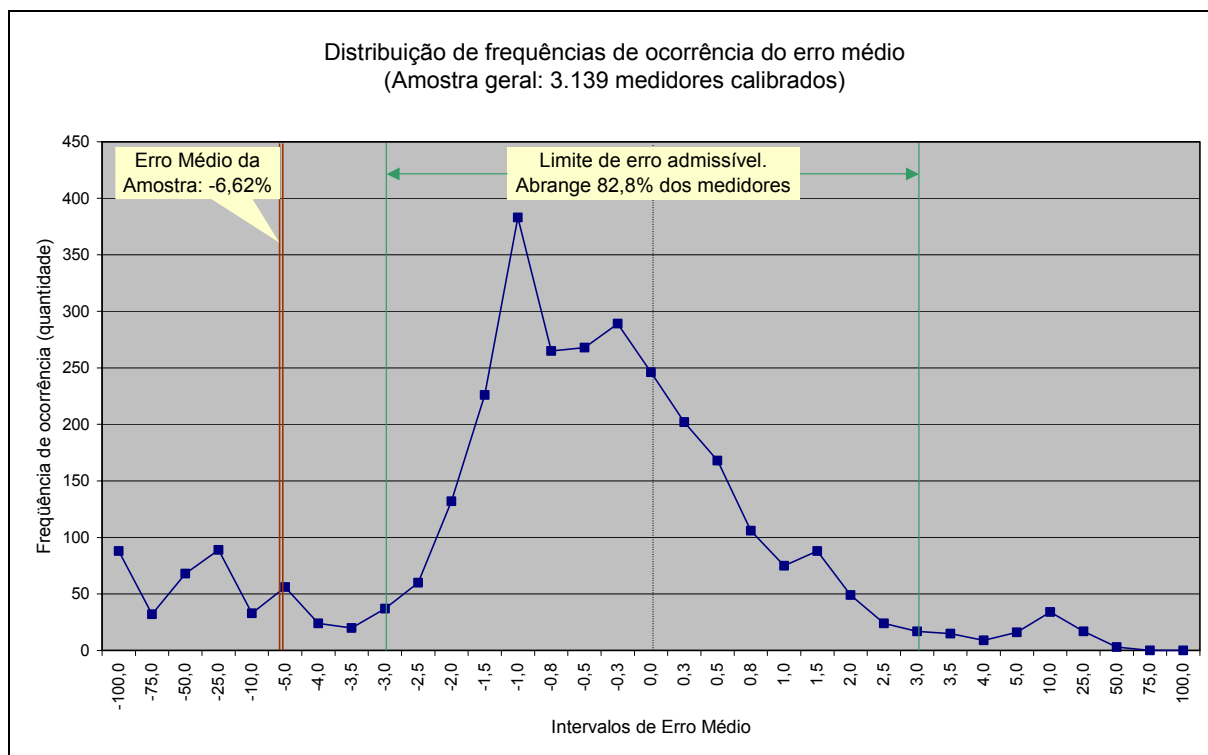


FIGURA 1 – Distribuição do total de medidores conforme o erro médio apresentado na calibração

De outra forma, este mesmo conjunto de medidores foi analisado do ponto de vista de aprovação ou reprovação para medições de faturamento nas UCs. Assim, foram avaliados sob os três critérios diferentes apresentados a seguir, com os respectivos resultados apresentados na TABELA 4, sendo que o primeiro critério considera a regulamentação metrológica vigente:

- Erro por Carga → foram considerados os medidores que apresentaram erro superior a  $|3,0\%|$  em qualquer condição de carga (CN, CI ou CP);
- $\sigma$  (%) → foram considerados os medidores que apresentaram desvio padrão entre as três leituras feitas em cada condição de carga superior a 0,5%, demonstrando a baixa confiabilidade do medidor, em função da baixa repetitividade dos resultados, ou seja, elevada incerteza de medição;
- Erro Médio → foram considerados os medidores que apresentaram erro médio das condições de carga CN, CI e CP superior a  $|3,0\%|$ .

Verifica-se que os índices de reprovação são relativamente altos, independente do critério observado.

TABELA 4  
Resumo dos medidores conforme o critério de reprovação

CRITÉRIO DE REPROVAÇÃO	Erro por Carga	$\sigma$ (%) 0,50	Erro Médio	Geral
Medidores Reprovados, por critério	861	655	541	1091
Reprovação percentual, por critério, em relação ao total calibrado	27%	20,9%	17,2%	34,8%
Erro Médio percentual do conjunto de medidores, por critério	-23,10	-13,92	-35,94	-18,33

### 3.2.2. Análise dos medidores com erro igual a $-100\%$

Este conjunto de medidores pode ainda ser subdividido em dois:

- Medidores com erro médio igual a  $-100\%$  (bobinas interrompidas ou mesmo algum tipo de bloqueio do giro do elemento móvel) → 88 peças, que correspondem a 2,8% do total de medidores calibrados, conforme TABELA 3, e apresentam erro médio geral igual a  $-100,0\%$ .

O erro médio geral da amostra, excluídos estes medidores, caiu para  $-3,9\%$ .

- Medidores com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga (CN, CI ou CP) → 263 peças, incluindo as 88 do subitem anterior, que correspondem a 8,4% do total de medidores calibrados, conforme TABELAS 3 e 5, e apresentam erro médio geral igual a -70,0%.

O erro médio geral da amostra, excluídos estes medidores, caiu para -0,8%.

Destaca-se que estes medidores devem sempre ser analisados separadamente, de forma a não influenciar fortemente o erro médio geral da amostra, como visto, uma vez que normalmente os medidores que se enquadram nestas condições apresentam erro médio muito expressivo. Também, podem ser localizados e substituídos com maior rapidez, em função de indicação gerada pelo sistema de faturamento, quando da detecção de queda de consumo registrado ou mesmo consumo zero.

Observa-se, através da TABELA 5, que alguns modelos de medidores apresentam elevada incidência de falhas desses tipos. Ou seja, algum tipo de bloqueio do giro do elemento móvel (disco) ou bobina(s) interrompida(s), sendo que, neste caso, a interrupção pode ter sido provocada por intervenção fraudulenta, sem a violação de lacres.

TABELA 5

Medidores com erro de -100% em algum elemento motor ou condição de carga

Modelo do Medidor	Qtde. Calibrada (C)	Qtde. Reprovada -100% (R)	R/C (%)
19	20	13	65,0%
15	67	21	31,3%
5	188	46	24,5%
1	84	19	22,6%
16	135	19	14,1%
14	47	6	12,8%
30	8	1	12,5%
28	115	13	11,3%
29	123	13	10,6%
6	154	16	10,4%
17	75	7	9,3%
13	68	6	8,8%
12	137	11	8,0%
23	105	8	7,6%
34	96	7	7,3%
2	201	13	6,5%
18	47	3	6,4%
21	48	3	6,3%
26	20	1	5,0%
9	146	7	4,8%
10	127	6	4,7%
20	163	7	4,3%
7	205	6	2,9%
25	35	1	2,9%
33	81	2	2,5%
24	48	1	2,1%
4	120	2	1,7%
8	209	3	1,4%
3	160	2	1,3%
11	43	0	0,0%
22	30	0	0,0%
27	21	0	0,0%
31	9	0	0,0%
32	4	0	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>3139</b>	<b>263</b>	<b>8,4%</b>



### 3.2.3. Análise dos medidores com erros diferentes de -100%

Este grupo de medidores (2.874 peças) é, propriamente, o que pode e deve ser analisado mais profundamente do ponto de vista metrológico, uma vez que seguramente não existem medidores fraudados, com bobina(s) interrompida(s) ou mesmo algum tipo de bloqueio do giro do elemento móvel (disco).

Os resultados obtidos podem ser vistos na TABELA 6 e FIGURA 2, donde se extrai como informações mais importantes que:

- 80,5% dos medidores apresentaram erro médio negativo (menor que 0), com uma expressiva concentração de medidores na faixa de erro entre 0 e -1,5%, conforme FIGURA 2;
- 90,3% dos medidores apresentaram erro médio dentro dos limites permitidos, que são  $\pm 3,0\%$ ;
- Apenas 3,3% dos medidores apresentaram erro médio fora dos limites e contra o Consumidor (maior que +3,0%).

TABELA 6

Resumo da condição de erro dos medidores, excluídos aqueles com erro igual a -100% em qualquer elemento motor ou condição de carga

CONDIÇÃO DE ERRO DOS MEDIDORES	Quantidade	Percentual
-3,0% <= Erro Médio <= +3,0%	2598	90,3%
Erro Médio < -3,0%	185	6,4%
Erro Médio > +3,0%	94	3,3%
Erro Médio > 0%	823	28,6%
Erro Médio < 0%	2053	71,4%

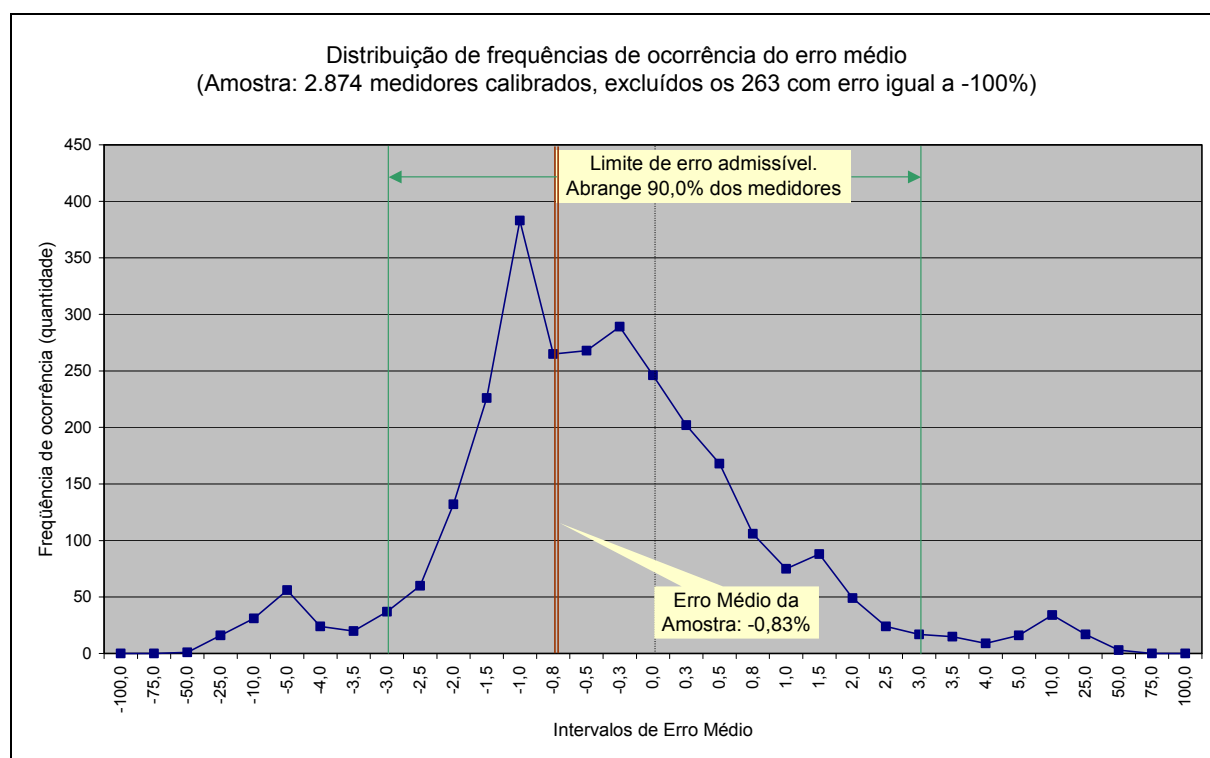


FIGURA 2 – Distribuição dos medidores conforme o erro médio apresentado na calibração, excluídos aqueles com erro igual a -100% em qualquer elemento motor ou condição de carga

Na seqüência, os resultados foram analisados separando-os por modelo de medidor e considerando quatro condições diferentes, conforme apresentado na TABELA 7:

- Coluna 1 - Erro Médio da amostra de medidores, calculado com base no erro médio das três condições de carga (CN, CP e CI), incluídos aqueles com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga;
- Coluna 2 - Erro Médio da amostra de medidores, calculado com base no erro médio das três condições de carga (CN, CP e CI), excluídos aqueles com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga;
- Coluna 3 - Erro Médio da amostra de medidores, calculado com base no erro apurado na condição de CP, incluídos aqueles com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga;
- Coluna 4 - Erro Médio da amostra de medidores, calculado com base no erro apurado na condição de CP, excluídos aqueles com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga.

Destes, podemos verificar que quase todos os modelos apresentam erros médios da amostra negativos (contra a Concessionária) e, acima de tudo, que alguns são muito significativos. Tais condições representam, certamente, perda comercial ou de receita para a Distribuidora.

Destacam-se, ainda, três modelos que aparecem entre os 10 piores, concomitantemente nas quatro condições avaliadas. De outra forma, apenas um modelo aparece com erros médios positivos, porém dentro dos limites permitidos, nas quatro condições avaliadas, conforme destaques apresentados na TABELA 7.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram avaliados 3.356 medidores, sendo que 218 (6,5% do total) foram reprovados no ensaio de dielétrico, representando risco de acidente. Recomenda-se, neste caso, implementar ou reforçar procedimentos de teste de presença de tensão na base dos medidores, quando esta for metálica, que é o caso de todos os medidores com mais de 20 anos de fabricação. Os medidores identificados com deficiência em campo devem ser substituídos imediatamente.

Os demais medidores (3.139) foram calibrados e apresentaram os seguintes resultados:

- O erro médio do total de medidores calibrados é -6,63%, o que é muito expressivo e inspira atenção.
  - 73,8% dos medidores apresentaram erro médio negativo (menor que 0), com uma expressiva concentração de medidores na faixa de erro entre 0 e -1,5%.
  - 82,8% dos medidores apresentaram erro médio dentro dos limites permitidos, que são  $\pm 3,0\%$ .
  - Apenas 3,0% dos medidores apresentaram erro médio fora dos limites permitidos e contra o Consumidor (maior que +3,0%).
- Verifica-se que os índices de reprovação são relativamente altos, independente do critério observado, sendo 27% para o critério metrológico vigente.
- O erro médio da amostra, excluídos os medidores com erro médio igual a -100% (88 peças), caiu para -3,9%.
- O erro médio da amostra, excluídos os medidores com erro igual a -100% em algum elemento motor ou condição de carga (263 peças), caiu para -0,8%.
  - 80,5% dos medidores apresentaram erro médio negativo (menor que 0), com uma expressiva concentração de medidores na faixa de erro entre 0 e -1,5%;
  - 90,3% dos medidores apresentaram erro médio dentro dos limites permitidos, que são  $\pm 3,0\%$ .
  - Apenas 3,3% dos medidores apresentaram erro médio fora dos limites permitidos e contra o Consumidor (maior que +3,0%).
- Alguns modelos de medidores apresentam elevada incidência de falhas do tipo bloqueio do giro do elemento móvel ou bobina(s) interrompida(s), sendo que, neste caso, a interrupção pode ter sido provocada por intervenção fraudulenta, sem a violação de lacres.

TABELA 7  
 Erro médio da amostra, por modelo

ERRO MEDIO DA AMOSTRA, POR MODELO								
Ordem	Erro Médio, incluídos os medidores com erro -100%		Erro Médio, excluídos os medidores com erro -100%		Erro em CP, incluídos os medidores com erro -100%		Erro em CP, excluídos os medidores com erro -100%	
	Modelo	Erro (%)	Modelo	Erro (%)	Modelo	Erro (%)	Modelo	Erro (%)
1º	19	-56,63	21	-4,56	19	-67,87	1	-11,76
2º	15	-22,74	19	-4,16	15	-30,47	21	-11,14
3º	1	-18,17	32	-3,79	5	-26,03	19	-8,19
4º	5	-17,39	22	-3,20	1	-23,32	32	-7,12
5º	6	-11,66	26	-2,68	6	-13	28	-6,93
6º	16	-11,18	1	-2,38	21	-12,99	22	-6,55
7º	30	-10,59	15	-2,07	16	-12,33	13	-5,79
8º	14	-10,13	28	-1,92	14	-11,67	14	-5,65
9º	29	-8,27	8	-1,88	30	-10,75	15	-5,19
10º	28	-8,25	13	-1,83	29	-10,44	5	-4,75
11º	17	-8,07	6	-1,80	13	-9,94	26	-4,43
12º	12	-6,99	27	-1,68	28	-9,38	6	-3,62
13º	21	-6,90	20	-1,39	26	-9,2	29	-3,37
14º	13	-6,34	5	-1,37	17	-8,65	2	-3,29
15º	2	-5,28	25	-1,30	12	-8,14	27	-3,27
16º	34	-5,25	2	-1,10	32	-7,12	8	-3,23
17º	26	-4,65	14	-0,89	22	-6,55	34	-3,13
18º	32	-3,79	29	-0,88	2	-5,69	20	-2,62
19º	10	-3,28	33	-0,66	34	-5,14	25	-2,53
20º	22	-3,20	34	-0,64	8	-4,15	9	-2,22
21º	23	-3,10	7	-0,56	10	-4,13	10	-1,81
22º	20	-2,93	10	-0,54	23	-3,84	18	-1,54
23º	18	-2,90	11	-0,40	18	-3,63	7	-1,39
24º	9	-2,90	9	-0,26	9	-3,56	16	-1,37
25º	8	-2,83	30	-0,24	27	-3,27	33	-1,05
26º	25	-2,24	4	-0,21	20	-3,22	12	-0,91
27º	7	-2,14	3	-0,05	25	-2,53	3	-0,82
28º	33	-1,97	31	0,03	7	-2,35	4	-0,74
29º	27	-1,68	17	0,12	33	-2,27	17	-0,71
30º	4	-1,44	12	0,14	4	-1,57	11	-0,43
31º	3	-0,67	18	0,28	3	-0,82	30	-0,39
32º	11	-0,40	16	0,64	11	-0,43	31	-0,11
33º	31	0,03	24	1,46	31	-0,11	24	0,32
34º	24	0,94	23	2,58	24	0,32	23	0,97

- Quase todos os modelos apresentam erros médios negativos na amostra (contra a Concessionária), sendo que alguns são muito significativos, conforme TABELA 7, representando perda comercial para a Distribuidora.
- Três modelos apareceram entre os 10 de pior desempenho, concomitantemente nas quatro condições avaliadas. Destes, um já está classificado pela Empresa como Fora de Padrão e os outros dois já tiveram uma deficiência identificada e estão sendo substituídos.
- Apenas um modelo aparece com erros médios positivos, concomitantemente nas quatro condições avaliadas, porém dentro dos limites permitidos, conforme TABELA 7.

De forma geral, para trabalhos deste tipo, deve-se fazer uma análise de viabilidade econômica de substituição para recuperação ou descarte, por modelo, nos casos de erros negativos, considerando-se os resultados da calibração e o consumo médio das UCs onde estiverem instalados os respectivos medidores. Por outro lado, os modelos com erro médio da amostra positivo e superior aos limites

permitidos deverão ser substituídos, de forma a não penalizar os Consumidores, não havendo nenhum caso dentre os modelos avaliados neste trabalho.

Um plano de substituição deve ser elaborado, quando aplicável, considerando-se o mercado e a capacidade de investimento da respectiva Distribuidora.

É necessário levar em conta, também, a expectativa de vida útil dos medidores, principalmente no tocante ao tipo de suspensão dos mancais, uma vez que os do tipo “*pivot*” têm, comprovadamente, maior desgaste e, conseqüentemente, maior atrito que os do tipo repulsão magnética.

Recomenda-se, ainda, que este tipo de trabalho (recertificação de lotes de medidores) seja feito de forma constante, visando auxiliar a Empresa na tomada de decisão sobre manter ou substituir determinado tipo e/ou modelo de medidor que esteja apresentando desempenho insatisfatório ou fora dos limites de erro permitidos, e, com isso, garantir o bom desempenho do parque de medição. Eventualmente, pode ser necessária uma segunda amostragem para tomada de decisão.

Destaca-se que a realização de trabalhos como este e implementação das ações recomendadas colocará a Empresa numa posição relativamente tranqüila no que se refere à Avaliação Periódica a ser realizada pelo Inmetro, conforme Regulamento Técnico Metrológico. Isso resguardará, e até mesmo reforçará, a boa imagem da Empresa perante seus consumidores, além de evitar penalidades por parte daquele Órgão.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução n. 456 de 29 de nov. 2000. Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. *Diário Oficial*, Brasília, 30 de nov. 2000. Seção 1, p. 35, v. 138, n. 230-E.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8380; Verificação em Serviço de Medidores de Energia Ativa, procedimento. Rio de Janeiro, 1984. 22 p.
- [3] CM/MD2 – 2.044 Análise de Medidores de Energia Elétrica Monofásicos Instalados há Mais de 20 Anos – Dezembro de 1994.
- [4] COMITÊ DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, Rio de Janeiro. *CODI: 1.2.07.07.0*; Procedimentos para recuperação de medidores de energia elétrica. [s.n.t.].
- [5] ED – 5.52 Avaliação de Erros em Medidores com Mais de 15 Anos de Uso – Março de 1993.
- [6] EN/ME 2.124 - Verificação das Instalações de Entrada e dos Medidores de Energia Elétrica da Cemig pela Aneel/Inmetro – Julho de 2002.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria n. 246, de 20 de dez. 2002. Regulamento Técnico Metrológico. Brasília, SENAI/DN, 2002. 37p.
- [8] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria n. 18, de 19 de jan. 2005. Regulamento Técnico Metrológico. Brasília, SENAI/DN, 2005. 36p.
- [9] INSTITUTO NACIONAL DE PESOS E MEDIDAS. Portaria n. 23 de 25 de jun. 1969. Dispõe sobre as regras gerais a serem observadas na execução do Exame Inicial e Aferições Periódicas em medidores de Watt-hora monofásicos. *Diário Oficial*, Brasília, 05 de ago. 1969. p. 6675-6677.